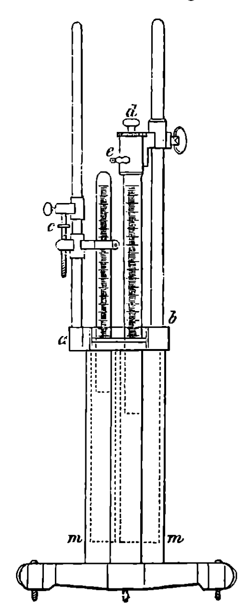
IV. Ein Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure besonders im Leuchtgase.

Schon vor mehreren Jahren wurde ich von der Direction der hiesigen Gas-Anstalt der *Continental-Gas-Association* ersucht, von Zeit zu Zeit Bestimmungen des Kohlensäure-Gehaltes des von derselben gelieferten Leuchtgases vorzunehmen. Später wurden diese Bestimmungen auch auf die übrigen Eigenschaften des Leuchtgases ausgedehnt und in ein System gebracht, nach welchem auch jetzt noch verfahren wird. Es machte dies nothwendig, dass auch von den Gas-Ingenieuren in den Fabriken selbst derartige Bestimmungen der Kohlensäure ausgeführt werden, daher auf Mittel gedacht werden musste diesen Zweck durch einen einfachen, leicht zu handhabenden Apparat zu erreichen, der doch auch den im vorliegenden Falle nöthigen Grad von Genauigkeit gewährt.

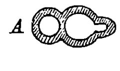


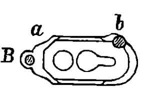
Zu diesem Behufe construirte ich schon im J. 1860 den im Folgenden beschriebenen Apparat, der sich nun bereits durch langen Gebrauch bewährt hat, und in mehreren Fabriken eingeführt worden ist.

Wie man aus der nebenstehenden Zeichnung, die in $1/8$ der Naturgrösse ausgeführt ist, sieht, befindet sich auf einem dreiarmigen Fusse aus Gusseisen, ohne Stellschrauben, ein Gefäss aus dem gleichen Materiale, dessen Querschnitt die Fig. *A*

zeigt. Die cylindrischen inneren Räume desselben, von denen der eine mit einer Ausbuchtung seiner ganzen Länge nach versehen ist, reichen bis etwa zu *mm*, nahe an den Boden.

Am oberen Ende erweitert sich das Gefäss zu einer Quecksilberwanne *B*, in der planparallele Glasplatten einander gegenüberstehen. Das Gefäss wird ungefähr bis zu $^1/_3$ der Höhe der Glasplatten mit Quecksilber gefüllt und die beschriebene Form ist gewählt worden, um an diesem Metalle zu sparen.

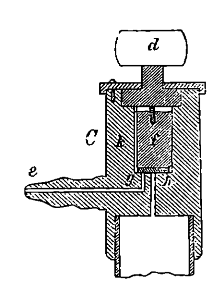




Bei *a* und *b* sind Eisenstäbe, die als Träger dienen, eingeschraubt, von denen der bei *a* an seinem, mit einer feinen Einstellung *c* versehenen Arm eine 12 Mm. weite, 22 Cm. hohe Röhre trägt, die bis etwa zu $^2/_3$ mit trockener Luft oder auch, weil sich dies leichter bewerkstelligen lässt, mit trockenem Leuchtgas gefüllt ist, und als Manometer dient.

Der andere Arm trägt eine 18 Mm. weite, 25 Cm. hohe mit einer Fassung aus Pakfong versehene Röhre, die Messröhre, welche zur Aufnahme des zu untersuchenden Gases bestimmt ist.

An beiden Röhren ist eine Millimetertheilung angebracht, deren Nullpunkt am oberen Ende liegt, und es ist nicht nothwendig den Werth der Theilung in Kubikcentimetern zu bestimmen. Es genügt, wenn entweder gleiche Längentheile gleichen Raumtheilen entsprechen, oder wenn man die Abweichung auf die bekannte Art bestimmt und eine Correctionstabelle angefertigt hat.



Die Pakfongfassung hat bei *e* einen Ansatz, durch den man mittelst einer Kautschukröhre das Gas einströmen lässt; *d* ist eine Schraube, durch die sowohl die Einströmungsöffnung als auch die Communication mit der Röhre abgeschlossen werden kann.

Die nähere Einrichtung der Fassung ist aus Fig. *C*, welche sie in halber Naturgrösse darstellt, ersichtlich. Durch die Schaube *d* kann nämlich ein an seinem unteren Ende mit einer Ledrplatte versehener Stahlcylinder *f*, der durch einen bei *k* angebrchten Stift mittelst eines Einschnittes eine Führung enthält,

gehoben oder gesenkt werden, so dass er sich hiebei nicht drehen kann, was nothwendig ist, damit die Lederscheibe immer genau mit derselben Stelle an die Öffnung der beiden Canäle bei *g* und *h* drückt.

Beim Gebrauche des Apparates wird zuerst die Messröhre so hoch gehoben, dass sie durch Wendung des Trägerarmes ausser der Wanne zu stehen kommt. Dann lässt man das durch Calciumchlorid getrocknete Gas bei *e* in die unten offene Messröhre treten, um zuerst den grössten Theil der atmosphärischen Luft aus derselben zu vertreiben. Nach einer Weile schliesst man die Röhre mit einem durchbohrten Kork, der mit einer kurzen nach aufwärts gekrümmten, in eine Spitze ausgezogenen Glasröhre versehen ist, deren in der Messröhre befindliche Öffnung in der Ebene des Korkes liegt.

Nach kurzer Zeit zündet man das aus dieser Röhre strömende Gas an, wo man dann aus der Beschaffenheit der Flamme leicht erkennt, ob alle atmosphärische Luft aus der Messröhre bereits verdrängt wurde.

Ist dies der Fall, so entfernt man den Kork und wendet die Messröhre, ohne das Zuströmen des Gases zu unterbrechen, bis ihre Öffnung über der ihr zunächst liegenden Aushöhlung im Quecksilbergefässe zu liegen kommt, senkt sie dann bis etwa zu $1/6$ ihrer Höhe in das Quecksilber, bis dieses innen und aussen gleich hoch steht. Das Gleiche bewirkt man durch Heben und Senken der Manometerröhre, wo sich dann die Luft in dieser sowohl als auch das Gas in der Messröhre unter ganz gleichen Umständen befinden.

Nun liest man an der Theilung das Volumen der Luft und das des Gases ab und bringt in die Messröhre eine etwa 4 Cm. lange, an einen Platindraht angeschmolzene Stange von Ätzkali, was mittelst der Ausbuchtung an der zugehörigen Höhlung de Gefässes anstandslos geschieht. Hiebei ist nur zu verhinder, dass keine atmosphärische Luft mit in die Röhre gelangt. Es ist gut, zu diesem Behufe das Ätzkali etwas zu befeuchten, was auch nothwendig ist, um die Absorption der Kohlensäure zu erleichtern. Nach etwa einer Stunde ist diese vollstänstig erfolgt, dann wird das Ätzkali entfernt und das Gasvolumen wieder abgelesen.

Wären alle Umstände zwischen der ersten und zweiten Beobachtung dieselben geblieben, so würde die Verminderung des Gasvolumens unmittelbar die Menge der Kohlensäure in diesem Gasvolumen angeben. Da dies aber in der Regel nicht der Fall ist, so muss statt des nach der Absorption der Kohlensäure abgelesenen Gasvolumens ein corrigirtes gesetzt werden.

Zu diesem Behufe ist es nur nothwendig, auch die Veränderung des Volumens der Luft in der Manometerröhre zu kennen, wenn die Absorption der Kohlensäure in der Messröhre beendigt ist; denn offenbar hat sich in beiden Röhren durch die veränderten Umstände, wie Temperatur und Druck, das Gasvolumen in demselben Verhältnisse geändert.

Bezeichnet man mit m das Volumen der Luft im Manometer bei der ersten, mit m' das bei der zweiten Ablesung, ferner mit v das Volumen des Gases vor, mit v' das nach der zweiten Ablesung, d. h. nach der Absorption der Kohlensäure, ferner mit x das corrigirte Volumen des Gases, so besteht die Gleichung

$$\frac{m'}{m} = \frac{x}{v'} \quad \text{daher} \quad x = \frac{mv'}{m'};$$

die in dem Gasvolumen v enthaltene Kohlensäure ist daher gegeben durch

$$c = v - x = \frac{m'v - mv'}{m'}$$

oder, wenn C die in 100 Volumtheilen enthaltene Kohlensäure bedeutet, durch die Gleichung

$$C = \frac{m'v - mv'}{m'v} \cdot 100$$

War z. B. das Gasvolumen vor der Absorption, $v = 22\cdot38$, das nach der Absorption $v' = 21\cdot98$ Volumtheile, während die Luft im Manometer in beiden Fällen beziehungsweise $15\cdot55$ $(= m)$ und $15\cdot37$ $(= m')$ betrug, so ergibt sich aus der obigen Formel ein Kohlensäuregehalt von $0\cdot63$ Volumen-Percenten.

Da es wünschenswerth war, den Grad der Genauigkeit zu ermitteln, welcher durch das eben beschriebene Verfahren erreicht werden kann, so hat Herr J. Reim, damals mein Privatassistent, über meine Aufforderung die folgenden Versuchsreihen mit grosser Umsicht ausgeführt.

Zuerst wurden, und zwar schon im J. 1864, die nach Bunsen's gasometrischem Verfahren mit Leuchtgas an verschiedenen Tagen gemachten Bestimmungen mit den durch den neuen Apparat erhaltenen verglichen, wobei sich Folgendes ergab:

Bunsen	N. Appt.
2·70 Vol. Pct. CO_2	2·60
2·55	2·62
2·87	2·95
2·68	2·71
1·75	1·65
1·98	2·07
1·98	1·98
1·40	1·50
2·05	2·01

In einer zweiten Versuchsreihe wurden mit demselben Apparate und dem nämlichen Gase wiederholte Bestimmungen gemacht. Die Resultate waren folgende:

1	2	3
2·75	2·80	
2·82	2·84	2·88
2·97	2·98	

Endlich wurden in einer dritten Versuchsreihe die mit vier verschiedenen Apparaten und dem gleichen Gase erhaltenen Resultate verglichen:

Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
2·7	2·68	2·8	2·8
2·7	3·1	3·0	3·0
2·9	2·9	2·8	2·8
2·8	2·8	2·7	2·8

Hiebei war es schwierig, mit vier Apparaten neben einander zu operiren, was die Genauigkeit der Resultate jedenfalls in etwas beeinflusste.

Aus allen diesen Zahlen ergibt sich, dass mit dem be schriebenen Apparate eine für die Praxis mehr als genügende Genauigkeit erzielt wird.

Noch sei erwähnt, dass Herr Fr. Rüdorff im 125. Bande von Pogg. Ann. Jhrg. 1865 einen Apparat beschrieben hat, der

ebenfalls zur Bestimmung der Kohlensäure im Leuchtgase dient, jedoch auf einem ganz andern Principe als der von mir angegebene beruht. Ohne Zweifel kann man auch mit jenem Apparate genaue Resultate erhalten; nur dürften die drei Hähne, von denen der aus Glas an der Hahnpipette, der sich stets mit Kalilauge in Berührung befindet, einige Inconvenienzen verursachen.

Es bedarf übrigens kaum der Erwähnung, dass der oben beschriebene Apparat auch in manchen Fällen für andere Gase gebraucht werden kann, wo dann das Verfahren entsprechend modificirt werden muss.